# Beiträge zur anatomischen Kenntnis

von

# Strychnos Tieuté.

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der philosophischen Doktorwürde**

der

**hohen philosophischen Fakultät**

der

**k. b. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen**

vorgelegt von

Peter Itschert

aus Vallendar a/Rh.

Erlangen.

K. b. Hofbuchdruckerei von Aug. Vollrath.

1894.

Seiner teuren Mutter

in

Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535712_0179

Die Familie der Strychnaceen liefert eine Anzahl Droguen, welche dadurch von besonderer Wichtigkeit sind, dass sie Alkaloide von grösster Giftigkeit enthalten. Bis jetzt sind etwa 65 Strychnosarten bekannt, welche teilweise in dem südlichen Asien, besonders auf den Sundainseln, teilweise in Südamerika und Afrika vorkommen.

Den Eingeborenen ist die Giftigkeit derselben schon sehr lange bekannt, und wir haben Kenntnis davon, dass sie schon vor mehr als sechshundert Jahren die Strychnospflanzen zum Vergiften von Pfeilen benutzten. Am Ende des 16. Jahrhunderts finden wir Strychnosdroguen bereits in Deutschland.

Worauf die grosse Giftigkeit derselben aber beruhte, blieb noch lange unbekannt, und erst im Jahre 1818 fanden Pelletier und Caventou in den Samen von Strych. Ignatii und Strych. nux vomica das Strychnin und im folgenden Jahre auch das Brucin. Ausser den beiden genannten Alkaloiden kommt besonders in den amerikanischen Arten das Kurarin vor.

Betrachtet man, in welchen Pflanzenteilen die Alkaloide vorkommen, so findet man darin eine grosse Verschiedenheit. Ausschliesslich wohl sind sie in den Samen, Rinden und Blättern vorhanden. Sie finden sich aber nicht immer gleichzeitig in allen drei Pflanzenteilen, sondern meistens im Samen und der Rinde oder nur in

der Rinde. Während z. B. die Samen von Strych. nux vomica von grösster Giftigkeit sind, finden wir in anderen Früchten gar keine Alkaloide. Die Eingeborenen gebrauchen die Früchte von Strych. potatorum zum Klären des Wassers, und die Früchte von Strych. Tieuté und innocua sollen sogar gegessen werden.

---

Strychnos Tieuté[1]) ist ein rankender Schlingstrauch, welcher früher auf Java und Borneo häufig vorkam, in letzterer Zeit aber fast ganz ausgestorben ist. Die Eingeborenen bereiteten daraus das stärkste und furchtbarste Pfeilgift, welches den Namen Upas Tieuté oder Upas Radja führte. Schroff sagt, es sei der eingetrocknete Milchsaft des Baumes, verhalte sich genau wie Strychnin und sei so stark, dass zwischen letzterem und dem Upas bei gleichen Quantitäten in der Wirkung kaum ein Unterschied zu merken sei. Aus der Litteratur ist nicht ersichtlich, ob von den Eingeborenen der Saft der ganzen Pflanze oder nur der Wurzel gebraucht wurde. Wenn aber Schroff von einem Milchsaft des Baumes spricht, dürfte das wohl unrichtig ausgedrückt sein; denn die ganze Pflanze enthält überhaupt keinen Milchsaft und, wie bereits nachgewiesen[2]), findet sich Strychnin nur in der Wurzelrinde, und es ist auch wegen der Stärke des Upas anzunehmen, dass hauptsächlich die Wurzel zur Herstellung desselben gebraucht wurde. Ebenso wie die Familie der Strychnaceen wegen ihres Gehaltes an Alkaloiden von besonderer Wichtigkeit ist, bietet sie auch für die Botanik ein grosses Interesse durch den abnormen Bau der Gefässbündel.

[1]) In den Büchern findet man sowohl Strych. Tieuté wie Tieute.

[2]) Husemann & Hilger, p. 1284.

## Anatomie.

Betrachtet man zunächst die Anatomie der Strychnaceen im allgemeinen, so stimmen sie im wesentlichen in der Struktur überein. Sie besitzten eine dünne Korkschicht, unter welcher das Phelloderm und das Rindenparenchym liegen. Kollenchymgewebe ist nicht vorhanden. Bei einzelnen finden sich in dem Parenchymgewebe der primären und sekundären Rinde vereinzelte Sklerenchymelemente. Bei allen bis jetzt untersuchten Arten ist in der Rinde ein dicker Sklerenchymring vorhanden, welcher dicht geschlossen sich durch die ganze Rinde hindurchzieht. Ausserhalb desselben ist bei einzelnen ein einfacher Ring von derben Sklerenchymfasern vorhanden, welche sich jedoch nicht vermehren, beim Wachstum immer mehr auseinander weichen, und, wie Moeller angibt, im Alter gänzlich verschwinden. Während in der Regel im Stamm der Gefässteil des Gefässbündels vom Siebteil umgeben wird, weichen die Strychnaceen insofern hiervon ab, dass sich zwar unter dem Sklerenchymring Bastgewebe befindet, welches jedoch keine Siebröhren und Bastfasern enthält. Bei einzelnen finden sich wohl vereinzelte etwas langgestreckte Sklerenchymelemente, welche jedoch keine Faserstruktur haben. Eigentliche Bastfasern sind überhaupt nicht vorhanden, und die Siebröhren liegen alle im Holze, so dass das zwischen Sklerenchymring und Holz liegende Gewebe mit Ausnahme der Steinzellen nur aus Parenchymzellen besteht.

Die Elemente des Gefässteils sind Tüpfelgefässe, Holzfasern und Parenchymgewebe, zwischen welchen die Siebröhren in runden oder ovalen Bündeln ziemlich gleichmässig verteilt sind. Da, soviel mir bekannt ist, keine andere Familie die Siebröhren in dieser Weise ausschliesslich im Holze besitzt, kann man die Strychnaceen sehr leicht an der Struktur des Holzes erkennen. Da

die Siebröhren aus Cellulose bestehen, während die andern Elemente des Gefässteils sämtlich verholzt sind, kann man sich über die Lage der Bündel durch Behandlung mit Chlorzinkjod oder Phloroglucin und Salzsäure leicht überzeugen. Legt man einen mässig dicken Schnitt in diese Reagentien, so werden die Siebröhrenbündel bei ersterem blau, bei letzterem etwas gelblich gefärbt, während das andere Gewebe eine rote Farbe annimmt. Die Bündel sind alsdann mit blossem Auge leicht sichtbar. — Das Mark hat normale Struktur, besteht aus dünnen rundlichen Zellen und ist immer von einem Cylinder von Siebröhrenbündeln umgeben.

Ferner zeichnen sich die Strychnaceen durch ihren grossen Gehalt an Krystallen von oxalsaurem Kalk aus, welche sich vorzugsweise in dem Rindenparenchym, in den Siebröhrenbündeln und in dem Mark befinden.

## Stamm.

Ich will gleich vorausschicken, dass das Material[1]), welches mir zur Verfügung stand, jüngere, höchstens drei Jahre alte, in Alkohol aufbewahrte Zweige waren; das stärkste Stück hatte etwa einen Durchmesser von 1,3 cm.

Die etwa 0,3—0,5 mm dicke Rinde besitzt eine graubraune, warzenreiche Oberfläche, unter welcher eine dünne Schicht braunen Korkes liegt. Die innere Rinde ist von hellbrauner Farbe. Das Holz ist gelblich weiss, sehr hart und umgibt das zarte helbraune Markgewebe. Auf dem Querschnitt lassen sich Jahresringe nicht erkennen, dagegen besonders auf einer vorher angefeuchteten Schnittfläche eine Anzahl dunkler Punkte, welche die Siebröhrenbündel sind.

---

[1]) Teilweise stammt es aus dem botanischen Institut in Strassburg, teilweise aus dem botanischen Garten in Buitzenzorg (Java).

Rinde. Dieselbe besteht in ihrem jüngsten Zustande einfach aus der Epidermis, welche mit einer Cuticula versehen ist, und aus parenchymatischem Gewebe. Die Epidermis, welche aus einer Zellschicht besteht, bildet ein netzartiges, ziemlich regelmässiges Gewebe. Die Zellen verlaufen durchweg in parallelen Reihen, sind meist viereckig, seltener drei- und fünfeckig, etwas breiter als lang und laufen vielfach etwas keilförmig zu. Während die äusseren Wandungen stark verdickt sind und in ziemlich gerader Linie verlaufen, sind die inneren dünn und wellenförmig gebuchtet. Die Spaltöffnungen, welche bei der jungen Rinde in normaler Weise vorhanden sind, bestehen aus zwei halbmondförmigen Schliesszellen und dem Spalt, der etwa halb so lang ist als die Schliesszellen. Auf der Flächenansicht kann man die Bildung von Lenticellen beobachten, indem bereits zwei bis drei Zellreihen concentrisch um die Spaltöffnungen geschichtet sind. Unter den Spaltöffnungen bilden sich später die Lenticellen, indem die Epidermis sich hügelförmig erhebt, unter welcher sich anfangs tangential gestreckte Zellen bilden, die später nach der Sprengung der Epidermis eine kugelige Gestalt annehmen. Bei dem zweijährigen Holze geht bereits die Korkbildung vor sich, durch Entstehung von braunen tangential gestreckten, nach aussen etwas gekrümmten Zellen unter der Epidermis, während das Phellogen nach innen das Phelloderm abscheidet, welches aber nur spärlich zu beobachten war. Das primäre Rindenparenchym, welches sich bei dem jungen Holze gleich an die Epidermis, bei älterem an das Phelloderm anschliesst, besteht aus 8 bis 10 Reihen rundlicher, etwas tangential gestreckter Zellen, die Chlorophyll, Stärke und zusammengeschrumpftes Protoplasma enthalten; ausserdem sind in dem älteren Gewebe eine grosse Menge Einzelkrystalle, in dem jüngeren vereinzelte Krystalldrusen vorhanden. Bei der weiteren Entwickelung der

Rinde bildet sich in dem Rindenparenchym ein eng aneinander schliessender Ring von Sklerenchymfasern und unter diesem ein anfangs drei- bis vierreihiger Ring von kurzen Sklerenchymzellen.

Die Sklerenchymfasern sind ungetüpfelte, langgestreckte, unverzweigte, dickwandige Zellen, auf dem Querschnitt rund bis oval, von glänzend weisser Farbe, besitzen ein sehr kleines, meist spaltenförmiges Lumen und weichen bei späterem Wachstum immer mehr auseinander, da keine Neubildung derselben stattfindet. In dem dicksten Stücke konnten sie noch deutlich bemerkt werden. Sie waren zwar schon ziemlich weit von einander gerückt, auch schlossen sie nicht mehr dicht an den Sklerenchymring an, indem der dazwischen liegende Raum durch Parenchym ausgefüllt wurde. Es konnte deshalb nicht beobachtet werden, ob dieselben später ganz verschwinden. In einem älteren Stücke der Wurzel, welche im übrigen fast dieselbe Struktur wie der Stamm hat, waren keine Sklerenchymfasern vorhanden. Die Wandungen derselben waren aber nicht verholzt, sondern bestanden aus Cellulose. Bei Anwendung von Chlorzinkjod wurden sie sofort blau-violett, und mit Phloroglucin und Salzsäure behandelt, wurden sie nicht gefärbt, während mit ersterem die Zellen des Sklerenchymringes gelb, mit letzterem rot gefärbt wurden. Der Sklerenchymring, welcher anfangs, wie schon erwähnt, drei bis vier Zellreihen umfasst, schliesst durch die ganze Rinde ohne eine Lücke eng aneinander und wächst später zu einem mächtigen 8—10 Reihen zählenden Ringe heran. Es muss infolgedessen eine Neubildung von Zellen entstehen. Die Zellen sind kurze, teils rundliche, teils quadratische, teils etwas tangential gestreckte Sklerenchymelemente, und richten sich im wesentlichen nach der Form der Parenchymzellen, aus welchen sie entstanden sind. Das Lumen, von welchem aus sich viele Porenkanäle strahlenförmig durch die ganze Wandung

erstrecken, ist verhältnismässig klein und richtet sich in der Form nach der der Zelle. Der Sklerenchymring ist sowohl nach aussen wie nach innen ziemlich scharf abgegrenzt, und die Verholzung von Parenchymzellen tritt nur bei solchen ein, welche unmittelbar an den Ring angrenzen. Urteilt man nach der Gestalt der Sklerenchymzellen, so scheint deren Neubildung sowohl von aussen, also von dem primären Rindenparenchym her, als auch von innen, dem Baste her zu erfolgen. Hierauf folgt der Bast, welcher aus etwa 5 bis 10 Reihen dünnwandigen Parenchyms besteht. Wo hierbei die eigentliche Grenze zwischen der primären und sekundären Rinde liegt, ist wohl schwer zu entscheiden. Solereder unterscheidet bei seiner Abhandlung über die Strychnaceen[1]) solche, deren Sklerenchymring im äussersten Teile des Bastes und solche, bei denen derselbe in der primären Rinde liegt, und teilt hiernach die Strychnaceen in zwei Klassen ein. Er rechnet hierbei Strych. Tieuté und Strych. nux vomica zu denen, bei welchen der Sklerenchymring im äussersten Teile des Bastes liegt. Moeller[2]) spricht bei Strych. nux vomica von einer primären Rinde, Mittelrinde und von Bast, rechnet auch nicht den Sklerenchymring direkt zum Baste, denn er sagt unter anderem: „Von dem Sklerenchymring her dringen zahlreiche Steinzellengruppen in den Bast ein.“ Während bei vielen Strychnosarten Steinzellengruppen sowohl in dem Parenchym der primären Rinde als auch des Bastes sich vorfinden, sind bei Strych. Tieuté keine vorhanden. Rechnet man den Sklerenchymring und die ausserhalb desselben gelegenen Sklerenchymfasern nicht zum eigentlichen Bastgewebe, so bleibt für dasselbe nur Bastparenchym übrig; denn während Bastfasern überhaupt nicht vorhanden sind, liegen die Siebröhren sämtlich im Gefässteil, werden

[1]) Engler & Prantl, L. 75 p. 37.
[2]) Möller, Baumrinden, p. 162.

also vom Cambium nach innen abgeschieden. Die Wandungen sind getüpfelt und zeigen Cellulosereaktion. Während man auf dem Querschnitt fast keinen Unterschied in der Form der einzelnen Zellen bemerkt, erkennt man auf dem Tangentialschnitt deutlich die aus rundlichen Zellen bestehenden Markstrahlen, zwischen welchen langgestreckte Parenchymzellen liegen. Die Siebröhren, welche in Bündeln in dem ganzen Holze zwischen den Markstrahlen verteilt liegen, sind sehr dünnwandige, aus Cellulose bestehende Zellen und, da die umliegenden Zellgewebe verholzt sind, leicht durch die schon erwähnten Reaktionen zu erkennen. Sie werden in der Regel zwischen den Hauptmarkstrahlen vom Cambium gebildet, liegen also meist in radialer Richtung. Regelmässig befindet sich um das Mark ein ziemlich eng aneinander schliessender Cylinder von Siebröhrenbündeln. Während die innerhalb des Holzes liegenden, teils von Holzfasern und Markstrahlen, teils von vereinzelten grosstüpfeligen Parenchymzellen umgeben sind, werden die ausserhalb des Markes liegenden Bündel von drei bis vier Reihen etwas langgestreckter, gleichförmiger Parenchymzellen ringsum begrenzt, welche ebenfalls stark getüpfelt sind und häufig Stärke enthalten. Die Siebröhrenbündel haben runde bis ovale Form, sind von verschiedener Grösse, die äusseren meist grösser als die inneren, und enthalten eine grosse Anzahl von Siebröhren. Neben diesen finden sich auch vereinzelte Parenchymzellen und viele, meist gekammerte Krystallschläuche, welche in der Regel Zwillingkrystalle enthalten. Sowohl die Parenchymzellen als auch die Krystallschläuche bestehen ebenso wie die Siebröhren aus Cellulose. Letztere sind langgestreckte Zellen, deren Querwandungen etwa vier bis sechs Siebplatten enthalten. Die Siebplatten haben runde bis ovale Form und sind mit zahlreichen, meist eckigen Tüpfeln versehen. Ihre Wandungen sind sehr dünn, der dazwischen liegende

Teil, die Callose, bedeutend dicker, so dass die Wandungen auf dem Durchschnitt wie ein mit Knoten versehener Faden aussehen. Die Längswandungen der Siebröhren besitzen nicht, wie das sonst häufig der Fall, Siebfelder, sondern gleichmässig verteilte feine Tüpfel, welche nur bei Blaufärbung der Wandungen mit Chlorzinkjod und bei Anwendung einer sehr starken Vergrösserung als helle Punkte sichtbar sind. Neben den Siebröhren finden sich die Geleitzellen, welche mit einem feinkörnigen Inhalt angefüllt sind; in den Siebröhren selbst war kein Inhalt zu bemerken.

Es war sowohl durch das äusserst feine Gewebe als auch dadurch, dass die Siebröhrenbündel zum grossen teil zusammengeschrumpft waren, nur sehr schwierig, eine klare Übersicht über den Bau der Bündel zu gewinnen. Bei der Herstellung von feinen Schnitten riss das Gewebe fast regelmässig heraus, und bei der Einbettungsmethode mit Paraffin schrumpften sie, sich teilweise von dem umgebenden Zellgewebe loslösend, gänzlich zusammen.

Was die Bildungsweise der einzelnen Siebröhrenbündel anbelangt, so findet sich im jüngsten Stadium des Holzes nur der um das Mark liegende Ring von Bündeln. Nachdem der Gefässteil sich vollständig entwickelt hat, findet eine weitere Bildung von Siebröhrenbündeln statt, und nicht etwa gleichzeitig in einem Ringe, sondern sie werden allmählich von dem Cambium abgeschieden, so dass zu gleicher Zeit höchstens zwei bis sechs Bündel im Entstehen begriffen sind.

Reaktionen. Bei Behandlung mit Anilinblau und nachherigem Auswaschen mit Glycerin blieben die Querwandungen hellblau gefärbt. Mit Jodjodkaliumlösung wurden dieselben anfangs gelb, später dunkelbraun gefärbt, das übrige Gewebe der Siebröhrenbündel blieb farblos bis auf die Geleitzellen, deren körniger Inhalt eine gelbe Farbe annahm. Mit Phloroglucin und

Salzsäure wurde das sie umgebende verholzte Gewebe prächtig rot, die Siebröhren nur wenig gelb gefärbt.

Holz. Der Gefässteil der Fibrovasalstränge bildet eine sehr feste und derbe Masse, und beim Zerschneiden desselben erkennt man leicht, dass Sklerenchymfasern in grosser Menge vorhanden sein müssen. Das ganze Gewebe besteht auch hauptsächlich aus Holzfasern, ferner den Markstrahlen, zwischen denen die Gefässe und die Siebröhrenbündel nebst vereinzelten Parenchymzellen im ganzen Holze verteilt sind.

Die Holzfasern sind lang gestreckte, an beiden Enden zugespitzte, eng ohne Intercellularräume aneinander schliessende Zellen. Sie haben sämtlich ein kleines Lumen, sind auf dem Querschnitt von rundlicher Form und zeigen an den Seitenwänden keine Tüpfelung.

Die Gefässe sind in dem ganzen Gewebe entweder einzeln oder zu mehreren zusammen verteilt. Einzeln sind sie auf dem Querschnitt von runder bis ovaler Form, zu mehreren auch rundlich aber an den aneinander stossenden Seiten abgeplattet. Umgeben sind sie von Markstrahlenparenchym, Holzfasern oder auch hin und wieder von grosszelligem, stark getüpfeltem Parenchym. Im älteren Holze sind es nur Hoftüpfelgefässe, dagegen finden sich im einjährigen Stengel, aber nur in der Nähe des Markes, Spiralgefässe, wie sie in den Blättern vorhanden sind. Zum teil sind sie mit dünnen schrägen Querwandungen versehen, welche mit dem zunehmenden Alter des Holzes immer mehr verschwinden. Die Hoftüpfel sind auf den Längswandungen gleichmässig verteilt und haben eine runde, manchmal etwas abgeplattete Form. Die eigentlichen Tüpfel sind schmale Spalten und erstrecken sich der Breite nach fast von der einen zur andern Seite des Hofes.

Die Markstrahlen befinden sich in einer grossen Anzahl im Holze. Die Hauptstrahlen, welche vom

Marke bis zum Sklerenchymring der Rinde sich erstrecken, sind meist vierreihig, die Nebenstrahlen ein- bis zweireihig. Auf dem Querschnitt lässt sich eine Übersicht über die Reihen nicht genau erkennen, da sie, auf dem Tangentialschnitt betrachtet, kurze Spindeln darstellen, welche nur an den breitesten Stellen vier Reihen zählen. Die Zellen sind radial gestreckt und, wie auch die andern im Holze vorkommenden Parenchymzellen, mit grossen einfachen Tüpfeln versehen.

Das Mark besteht in den Internodien aus runden dünnwandigen Parenchymzellen, die eben so lang als breit sind, und unterscheidet sich ausser der Form dadurch von dem die Siebröhrenbündel umgebenden Parenchym, dass letzteres verholzt ist, während die Markzellen mit Chlorzinkjod die Cellulosereaktion geben. Der Inhalt ist zusammengeschrumpftes Protoplasma, Stärke, und in einem Teil des Materials waren auffallend viel Krystalle von oxalsaurem Kalk vorhanden; in einer einzigen Zelle konnte man oft 20—30 Krystalle bemerken. Neben diesen waren auch einzelne Sphärokrystalle bemerkbar, welche wahrscheinlich infolge Aufbewahrung des Holzes in Alkohol entstanden sind. Diese Annahme scheint um so berechtigter, als der Übergang von Protoplasma in Sphärokrystalle deutlich zu beobachten war. Neben organischer Substanz enthielten sie etwas oxalsauren aber keinen phosphorsauren Kalk.

In den Knoten tritt immer eine starke Verholzung des Markes ein, und dort, wo die Gefässbündel in die Blätter abzweigen, findet sich ein beinahe sämtliche Markzellen umfassender Sklerenchymkern, dessen Zellen das Aussehen wie die des Sklerenchymringes haben und wie diese ein sehr kleines Lumen und von diesem sich erstreckende Tüpfelkanäle besitzen. Oberhalb und unterhalb der Knoten verschwinden sie wieder allmählich; in den übrigen Markzellen findet sich kein Sklerenchym.

## Die Wurzel.

Das Stück, welches mir zur Untersuchung diente, hat einen Durchmesser von etwa $2^1/_2$ cm. Das Holz ist infolge der grossen Menge stattlicher Gefässe ein ziemlich lockeres Gewebe und ist mit einer sehr dünnen Rinde bedeckt.

Rinde. Das Periderm besteht aus tafelförmigen, tangential gestreckten und in radialen Reihen liegenden braunroten Zellen, welche etwa 12—14 Reihen umfassen. Das äusserste Gewebe ist durch die stattgefundene Korkablagerung zerrissen. Hierunter liegt das Phellogen, welches nach innen einige Reihen Phelloderm abgeschieden hat. Die Zellen des letzteren haben dieselbe Gestalt, wie die des Periderms, sind aber nicht gefärbt und enthalten viele Einzelkrystalle. Hieran schliesst sich das etwa sechs Reihen zählende Rindenparenchym, dessen Zellen eine mehr länglich rundliche Gestalt haben, nicht wie die des Phelloderms radial geordnet sind und ebenfalls reich an Krystallen. Sowohl in dem Phelloderm wie in dem Rindenparenchym sind keine Steinzellen vorhanden, auch fehlen die Sklerenchymfasern, welche im Stamm rings um den Sklerenchymring liegen. An das Rindenparenchym schliesst sich der Sklerenchymring, welcher zwar nicht so mächtig entwickelt ist wie in der Stammrinde; auch haben die Zellen ein grösseres Lumen, sonst aber dasselbe Aussehen. Anscheinend findet die Vermehrung der Steinzellen ebenso wie im Stamm sowohl von aussen als auch von innen her statt, was sich daraus schliessen lässt, dass zwar hauptsächlich an der Aussenseite sich Zellen vorfinden, bei denen nur eine geringe Verholzung stattgefunden hat.

Das äussere zwischen Sklerenchymring und Holz liegende Bastgewebe besteht aus 6 bis 8 Reihen Parenchym, dessen Zellen teils kurz rundlich, teils langgestreckt sind. Erstere sind die Markstrahlenzellen. Es enthält

aber weder Bastfasern und Steinzellen, noch Siebröhren. Sämtliche Zellen bestehen aus Cellulose. Auch hier fehlen die Bastfasern vollständig, und die Siebröhren liegen sämtlich in Bündeln im Gefässteil gleichmässig verteilt. Infolge des Alters der Wurzel und dadurch, dass sie trocken aufbewahrt war, waren alle Siebröhren zusammengeschrumpft; auch zeigten sie die charakteristischen Callosereaktionen fast nicht mehr. Jodjodkalium veranlasste gar keine Färbung; nach längerem Liegen in Anilinblau und nachherigem Auswaschen mit Glycerin wurden die Querwandungen nur auf der frischen Schnittfläche schwach blau gefärbt. Bei vorherigem Aufquellen mit Kalilauge waren die Reaktionen etwas deutlicher. Die einzelnen Siebröhren sind bedeutend grösser als die im Stamm, und die 6 bis 10 Siebplatten der Querwandungen sind bei geringer Vergrösserung deutlich sichtbar. Die Querwandungen sind alle sehr schräg gestellt, und die Längswandungen sind mit gleichmässig verteilten feinen Tüpfeln versehen.

Holz. Das Holz besitzt im Verhältnis zum Stamm nur sehr wenig Sklerenchymfasern, und der übrige Teil des Holzes wird hauptsächlich durch Gefässe und Parenchym ausgefüllt. Die Holzfasern ziehen sich in Bändern ringsum durch das ganze Holz hin, werden aber oft durch die Gefässe und die Markstrahlen unterbrochen, wodurch viele vereinzelte Gruppen entstehen. Die Holzfasern sind langgestreckte, spindelförmige und ungetüpfelte Zellen und besitzen ein deutlich sichtbares Lumen.

Die Gefässe, welche sehr zahlreich vorhanden sind, haben ein sehr grosses Lumen. Die Querwände sind fast sämtlich resorbiert, die Längswandungen mit Holztüpfeln versehen, welche ziemlich unregelmässig auf denselben verteilt sind. Sie sind häufig ebenso wie die Siebröhrenbündel von grossen stark getüpfelten Parenchymzellen umgeben.

Das Parenchym, welches im ganzen Gewebe in grosser Menge verteilt ist, besteht aus rundlichen getüpfelten Zellen, zwischen welchen hin und wieder kleinere Intercellularräume auftreten.

Die Markstrahlen sind den Parenchymzellen ähnliche, etwas radial gestreckte Zellen und durchziehen das Holz meist in vier Reihen. Mark ist nicht vorhanden. In der Mitte finden sich verholzte Parenchymzellen, um welche die anderen Zellen concentrisch geordnet sind.

## Blatt.

Die gegenständigen Blätter sind im Durchschnitt etwa 12 cm lang, 5 cm breit, von ovaler Form mit einer 2 cm langen Spitze versehen, ganzrandig, unbehaart und an einen 1 bis $1^1/_2$ cm langen Stiel geheftet. Sie besitzen drei Hauptnerven. Der mittlere erstreckt sich durch den ganzen Blattstiel, die beiden andern von Beginn der Blattspreite in ovaler Form bis zur Spitze. Von den beiden Seitennerven zweigen wieder zwei feine Nerven ab, welche ganz am Rande, diesem parallel, verlaufen. Diese fünf Längsnerven werden durch zahlreiche Quernerven mit einander verbunden.

Das Blatt besitzt mit Ausnahme der Gefässbündel eine normale Struktur. Die Epidermis, welche in einer Zelllage das ganze Blatt umgibt, ist ein unregelmässiges netzartiges Gewebe und mit der Cuticula überzogen, welche an der Oberseite stärker entwickelt ist als an der Unterseite. An den Blattnerven sind die Zellen regelmässig, meist rechteckig, verlaufen in parallelen Reihen und enthalten keine Spaltöffnungen, während sonst die ganze Unterseite mit zahlreichen Spaltöffnungen bedeckt ist. Auf der Oberseite befinden sich deren keine. Die beiden Schliesszellen der Spaltöffnungen haben halbmondförmige Gestalt und bergen den etwa halb so langen Spalt zwischen sich. Letzterer steht immer mit einem

grossen Intercellularraume, der Atemhöhle, in Verbindung. Das Mesophyll besteht aus unregelmässigem, in verschiedenen Formen auftretendem Parenchym und dem Pallisadenparenchym, welch letzteres nur an der Oberseite vorhanden ist. Die einzelnen Pallisaden werden meist aus zwei bis drei Zellen gebildet, welche nur wenig länger als breit sind, und enthalten eine grosse Menge Chlorophyllkörner. Zwischen dem darunter liegenden Parenchym befinden sich zahlreiche Intercellularräume, die Zellen sind an Chlorophyll ärmer als die des Pallisadenparenchyms und enthalten vereinzelte Krystalldrusen.

Betrachtet man den Verlauf der Gefässbündel aus dem Stamm in die Blätter, so ist, wie bereits erwähnt, in den jungen Zweigen die Anordnung der Gewebe folgende: um das Mark liegt ein Cylinder von Siebröhrenbündeln, hierauf folgt der Gefässteil, der aus Parenchym bestehende Bast, Sklerenchymring und die primäre Rinde. Weitere Siebröhrenbündel sind alsdann noch nicht vorhanden. Die Abzweigung beginnt damit, dass zunächst etwa je sechs gegenüberliegende Siebröhrenbündel mit dem ausserhalb derselben liegenden Gewebe immer mehr auseinander weichen. An Stelle der ausgeschiedenen Gefässbündel tritt feines Parenchymgewebe, welches mit dem Mark in Verbindung steht. In diesem Parenchym, direkt unter den Siebröhren, entstehen zahlreiche Sklerenchymzellen, welche sich mit den Zellen des Sklerenchymringes vereinigen und so einen geschlossenen Ring um die Gefässbündel bilden. Aus dem übrigen Parenchym wächst eine neue Knospe heran, während sich unterhalb dieser die Gefässbündel und die Rinde unter teilweiser Neubildung der fehlenden Gewebe wieder zusammenschliessen. Bei den Gefässbündeln der Blätter beginnt alsbald eine Dreiteilung derselben. Diese Teile sind halbmondförmig und der mittlere bedeutend grösser; die beiden andern zur Seite desselben liegenden sind

klein und gleich gross. In dieser Form durchziehen sie den Blattstiel, und sie entsprechen den drei Hauptnerven, welche sich bei Beginn der Blattspreite verzweigen. Hierdurch ist der Bau der Gefässbündel in den Blättern genau gegeben. Dieselben sind von einem Sklerenchymring rings umgeben. Von der unteren Seite des Blattes an gerechnet kommt alsdann das Bastparenchym, hierauf der Gefässteil mit Gefässen und Holzfasern und zuletzt die Siebröhren, welche jedoch nicht wie im Stamm scharf in einzelne Bündel getrennt sind, sondern ein ziemlich gleichmässiges Gewebe bilden. Die Sklerenchymelemente sind zum grossen teil nur wenig verholzt und haben infolgedessen ein grosses Lumen. Die Gefässe sind im Blattstiel meist Spiralgefässe, weniger Tüpfelgefässe, dagegen finden sich in den Blattnerven nur Spiralgefässe. Das übrige, die Gefässbündel umgebende Gewebe des Blattstiels ist Parenchym, welches mit der Epidermis und der Cuticula umgeben ist. Die Epidermis besteht ebenso wie an den Blattnerven aus tafelförmigen Zellen und besitzt keine Spaltöffnungen. Das Parenchymgewebe bildet grosse, stark getüpfelte, rundliche Zellen, von denen die den Gefässbündeln zunächst gelegenen viel Stärke, die übrigen viele Einzelkrystalle, Krystalldrusen und Sphärokrystalle enthalten.

Ich will nicht unterlassen zu erwähnen, dass alle älteren Blätter, und zwar nur auf der Oberseite, mit einer Alge und einem Pilze behaftet waren. Bei näherer Untersuchung waren es kleine weisse runde Scheiben, die meisten winzig klein, die grössten höchstens von 2 mm Durchmesser, in welch letzteren man hin und wieder schon mit dem blossen Auge kleine braune Punkte bemerken konnte. Die weissen Scheiben liessen sich leicht mit dem Messer abheben, ein Beweis, dass sie ausserhalb des Blattgewebes vegetierten. Letztere rühren von einer Alge her, welche wahrscheinlich Mycoidea parasitica

(Cephalaurus Mycoidea) ist. Karstein[1]) schreibt über die in Java gefundenen Algen auf Blättern: „Im Buitzenzorger Garten (ein Teil des Materials stammt direkt aus demselben) habe ich nur wenige Bäume und Büsche bemerkt, die niemals eine Spur von Mycoidea zeigten.“ Ferner (p. 27): „Im allgemeinen findet man die Cephalaurus Mycoidea auf den typisch lederigen Blättern“, und unter andern wird auch Strychnos erwähnt.

Ich will kurz angeben, was an dem toten Material beobachtet werden konnte. Die Alge besteht aus kleinen rundlichen, grauweissen Räschen, welche sich nur auf der Oberseite der Blätter befinden. Die jungen Algen bilden runde Scheiben, welche aus radialen Zellreihen bestehen, verändern jedoch später ihre Gestalt und treten dann in verschiedenen meist gebuchteten Formen auf. Der Thallus ist mehrschichtig, wächst nicht in das Substrat hinein und lässt vielfach Zwischenräume zwischen denselben und der Blattepidermis. Das rötlichbraune Hämatochrom war, trotzdem es anscheinend durch die Aufbewahrung in Alkohol grösstenteils verschwunden war, stellenweise deutlich zu erkennen. Da es bei Bestimmung der einzelnen Chroolepideen hauptsächlich auf die Behaarung und die Form der Sporangien ankommt, so waren Haare sichtbar, dagegen Sporangien überhaupt nicht vorhanden.

Die oben erwähnten braunen Punkte rühren von einem Pilze her, welcher, wie auf dem Querschnitt sofort zu erkennen, zu den Ascomyceten und zwar den Pyrenomyceten gehört. Er wuchert in dem Blattgewebe und kommt niemals ohne Alge vor, und zwar wird er von derselben bedeckt, während die Alge häufig allein zu finden ist. Da der Pilz nie für sich allein gefunden wurde, ist es wohl nicht unmöglich, dass eine Art Symbiose vorliegt.

[1]) Annales du Jardin-Botanique de Buitzenzorg, Vol. X, p. 24—25.

Das Perithecium hat eine linsenförmige Gestalt und ist oben mit einer kleinen runden Öffnung versehen. Die Hülle ist dunkelbraun und liess eine Differenzierung von Zellen nicht erkennen. Die Asci, zwischen welchen viele Paraphysen verteilt sind, sind keulenförmig und enthalten je acht einfach geteilte Sporen. Eine genauere Bestimmung desselben war durch das ungenügende Material nicht möglich.

## Alkaloide.

Wie schon anfangs bemerkt, besteht die Wertschätzung der Strychnaceen in dem Gehalt an äusserst giftigen Alkaloiden. In Strych. Tieuté ist nur eins enthalten und zwar das Strychnin. Es wurde bereits nachgewiesen[1]), dass nur die Wurzelrinde dies Alkaloid enthält, und es war mir interessant zu sehen, in welchem Zellgewebe dasselbe enthalten sei. Es wurde die bekannte Reaktion mit Kal. bichromicum und Schwefelsäure angestellt, und zwar geschah dies auf folgende Weise, wobei die Reaktion sehr deutlich sichtbar war. Ein Tropfen Schwefelsäure wurde auf einen Objektträger gegeben, mit einem Messer etwas Kal. bichromicum auf dieselbe geschabt und der Objektträger alsdann unter ein Mikroskop bei geringer Vergrösserung gebracht. Legt man hierauf einen mässig dicken Schnitt der Wurzelrinde in die Schwefelsäure, so kann man die charakteristischen blauen Streifen, welche durch die lebhafte Strömung entstehen, leicht beobachten. Diese Reaktion geben nur die braunen Korkzellen, dagegen kein anderes Gewebe der Rinde. Wir sehen hierdurch, dass das Strychnin, welches in den Samen von Strych. nux vomica nur in den fettes Öl enthaltenden Zellen, auch hier nur in den Zellen vorkommt, in denen sich Fettsubstanz (Suberin) findet.

[1]) Husemann & Hilger, p. 1284.

## Krystalle.

Die Krystalle, welche sämtlich dem klinorhombischen System angehören, sind teils Einzelkrystalle, teils Krystalldrusen, teils Zwillingkrystalle. Erstere, welche hauptsächlich in den älteren Geweben auftreten, kommen vor in dem primären und sekundären Rindenparenchym, im Holzparenchym und im Mark. Die Krystalldrusen findet man in denselben aber fast nur jüngeren Geweben und treten ganz vereinzelt auf. Die Krystallschläuche sind in der Rinde vielfach gekammert. Die Zwillingkrystalle kommen fast ausschliesslich nebst wenigen Einzelkrystallen in den Siebröhrenbündeln vor, und zwar in kurzen gekammerten Schläuchen. Sämtliche Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, was sich aus folgenden Reaktionen ergibt: In Essigsäure sind sie unlöslich. Bei Behandlung mit Salzsäure lösen sie sich langsam aber vollständig ohne Aufbrausen (Abwesenheit von kohlensaurem Kalk) auf, und bei späterem Zusatz von Schwefelsäure, oder auch bei alleiniger Anwendung der letzteren, scheiden sich eine grosse Menge Krystallnadeln von schwefelsaurem Kalk büschelförmig ab. Nach dem Erhitzen auf dem Platinblech lösen sie sich unter Aufbrausen in Essigsäure vollständig.

In dem Mark und in dem Blattstiel fanden sich auch vereinzelte Sphärokrystalle vor, welche wahrscheinlich infolge Aufbewahrung des Materials in Alkohol entstanden sind. Sie bilden runde, concentrische Scheiben, in deren Mitte sich ein kleiner Kern befindet, und haften alle in vertikaler Stellung den Zellwandungen an, sodass sie nur auf dem Längsschnitt als runde Scheiben sichtbar sind. In jeder Zelle ist immer ein Krystall enthalten, nur selten kommen Zwillingkrystalle oder nur einseitig ausgebildete, also halbmondförmige vor. Im Mark sind sie etwa ein Fünftel, im Blattstiel beinahe gerade so gross als die Zelle.

Ihre Bestandteile sind organische Substanz und etwas oxalsaurer Kalk. In Essigsäure sind sie bis auf einen kleinen Rückstand, in Salzsäure vollständig ohne Aufbrausen löslich, und bei Behandlung mit Schwefelsäure waren manchmal Ausscheidungen von schwefelsaurem Kalk zu bemerken. Die Reaktion mit Ammoniummolybdat ergab die Abwesenheit von Phosphorsäure.

---

Zum Schlusse sei es mir gestattet, allen denen, die meine Arbeit durch Überlassung von Vergleichsmaterial unterstützt haben, besonders aber Herrn Prof. Dr. Reess, meinem hochverehrten Lehrer, für seine gütige Beratung und Leitung meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

## Erklärung der Tafel.

Fig. I. Querschnitt durch den Stamm. R = Rinde; H = Holz; M = Mark; E = Epidermis; Rp = Rindenparenchym; Skf = Sklerenchymfasern; St = Steinzellen; C = Cambium; Hf = Holzfasern; G = Gefässe; Sb = Siebröhrenbündel; Ms = Markstrahlen.

Fig. II. Querschnitt durch den Blattstiel. Sk = Sklerenchym; G = Gefässe; S = Siebröhren; P = Parenchym.

Fig. III. Querschnitt durch das Holz der Wurzel. Sb = Siebröhrenbündel; G = Gefässe; Sk = Sklerenchym; P = Parenchym; Ms = Markstrahlen.

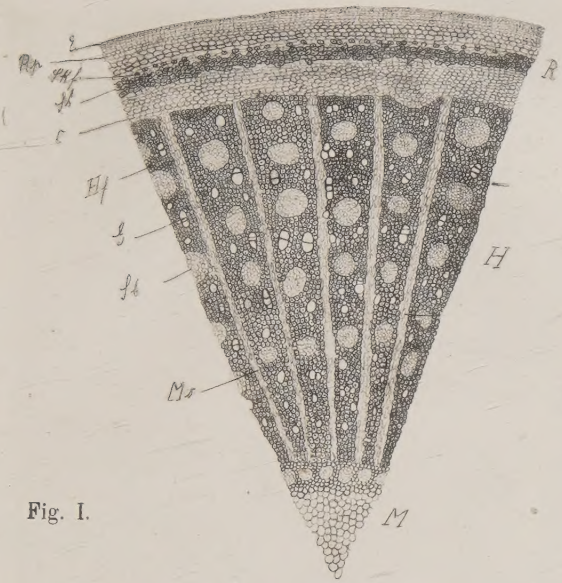


Fig. I.

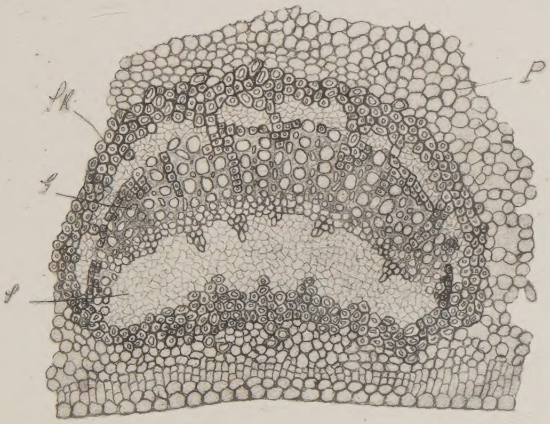


Fig. II.

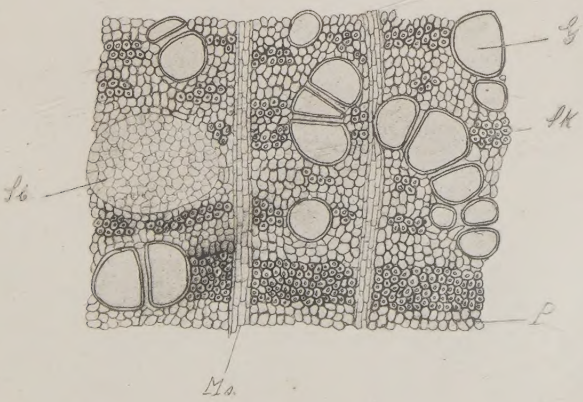


Fig. III.